

Problema 1

El nivel de intensidad sonora de un altavoz es de 100 decibelios a una distancia de 20 m. ¿Cuál es su nivel de intensidad sonora a 100 m de distancia si el altavoz emite uniformemente en todas las direcciones?

Dato intensidad física umbral $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

El nivel de intensidad sonora es función de la intensidad de la onda según:

$$s = 10Lg \frac{I}{I_0}$$

A la distancia de **20 metros** la intensidad del sonido será:

$$100 = 10Lg \frac{I(20)}{10^{-12}} \rightarrow 10 = Lg \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^{10} \rightarrow$$

$$I(20) = 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$$

Sabiendo la intensidad del sonido a **20 metros** podemos calcular la intensidad a **100 metros** y de ahí la sensación que se produce a esa distancia. La relación entre las intensidades y las distancias al foco es:

$$\frac{I(r_1)}{I(r_2)} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \rightarrow \frac{I(20)}{I(100)} = \frac{100^2}{20^2} \rightarrow I(100) = \frac{400 \cdot 10^{-2}}{10000} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$$

Conocida la intensidad podemos calcular, como decíamos, el nivel de sensación sonora o intensidad sonora preguntado:

$$s = 10Lg \frac{4 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = 86 \text{ dB}$$

Problema 2

En el centro de una pista de baile circular de una discoteca el nivel de intensidad sonora es de 100 decibelios. La discoteca dispone de cuatro altavoces idénticos dispuestos alrededor de la pista de baile, todos ellos a la misma distancia del centro de la pista $d = 10 \text{ m}$.

- a) Determine la potencia de cada uno de los altavoces de la discoteca.**
- b) Si el oído humano tiene una superficie de $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, y una persona permanece 5 horas bailando en el centro de la pista, ¿cuál es la energía sonora total que le llega al oído?**

Dato: Intensidad umbral de audición, $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$

a)

La intensidad total que llega al centro, relacionada con el nivel de intensidad percibida por el oído es:

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 100 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 10 \rightarrow$$
$$\frac{I}{10^{-12}} = 10^{10} \rightarrow I = 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$$

Al estar los altavoces a la misma distancia del centro y ser idénticos, la intensidad producida por cada uno de ellos es la cuarta parte:

$$I_a = \frac{1}{4} 10^{-2} \rightarrow \left| I = \frac{P}{4\pi r^2} \right| \rightarrow \frac{1}{4} 10^{-2} = \frac{P_a}{4\pi \cdot 10^2} \rightarrow P_a = \pi W$$

b)

La intensidad que llega al centro es, como hemos deducido:

$$I = 10^{-2} \text{ W}$$

Si queremos saber la energía que llega al oído de superficie dada y en un tiempo dado tenemos, aplicando la definición de intensidad:

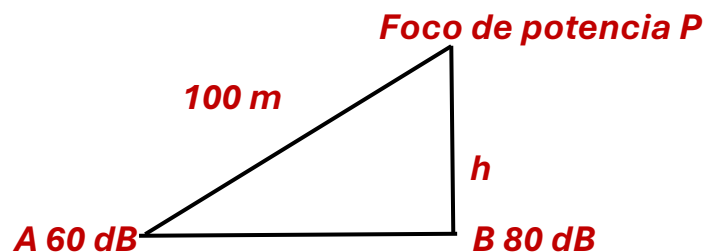
$$I = \frac{P}{S} = \frac{E}{t \cdot S} \rightarrow \left|_{S_{\text{oído}} = 2 \cdot 10^{-4}} \right. 10^{-2} = \frac{E}{5 \cdot 3600 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \rightarrow$$
$$E = 5 \cdot 3600 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} = \mathbf{0.036 \text{ J} = 36 \text{ mJ}}$$

Problema 3

Un foco sonoro de potencia P se coloca a una altura h sobre el suelo como ilustra la figura. El nivel de intensidad sonora vale 60 decibelios en el punto A, a 100 m de distancia del foco, y alcanza 80 decibelios en el punto B, en el suelo en la vertical del foco.

- a) Calcule la potencia P y la altura h .**
- b) ¿Cuál sería el nivel de intensidad en el punto B si se agregase sobre él otro foco de igual potencia a una altura de $h/2$?**

Dato: Intensidad umbral de la audición $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$



a)

La sensación sonora en función de la intensidad del sonido que llega al oído viene dada por:

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Aplicando esta ley a los puntos **A** y **B**, tenemos:

$$S_A = 60 = 10 \log \frac{I_A}{10^{-12}} \rightarrow \frac{I_A}{10^{-12}} = 10^6 \rightarrow I_A = 10^{-6} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$S_B = 80 = 10 \log \frac{I_B}{10^{-12}} \rightarrow \frac{I_B}{10^{-12}} = 10^8 \rightarrow I_B = 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Con las intensidades conocidas, podemos relacionarlas con las distancias a los focos, pues:

$$\frac{I(r_1)}{I(r_2)} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} \rightarrow \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = \frac{h^2}{100^2} \rightarrow h^2 = 10^2 \rightarrow$$

$$h = 10 \text{ m}$$

Para calcular la potencia del foco, relacionamos esta con la intensidad a una distancia dada:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \rightarrow |P \cdot A| \rightarrow 10^{-6} = \frac{P}{4\pi \cdot 100^2} \rightarrow P = 4\pi \cdot 10^{-2} \rightarrow$$

$$P = 0.1257 \text{ W} = 125.7 \text{ mW}$$

b)

La intensidad que llegará al punto **B** será la suma de las intensidades producidas por los dos focos:

$$I = \frac{P}{4\pi h^2} + \frac{P}{4\pi \left(\frac{h}{2}\right)^2} = \frac{P}{4\pi h^2} + \frac{P}{\pi h^2} = \frac{P}{\pi h^2} \cdot \frac{5}{4} = \frac{5 \cdot 0.1257}{4\pi \cdot 100} = 5 \cdot 10^{-4} \rightarrow$$

$$S_B = 10 \log \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = 87 \text{ dB}$$